

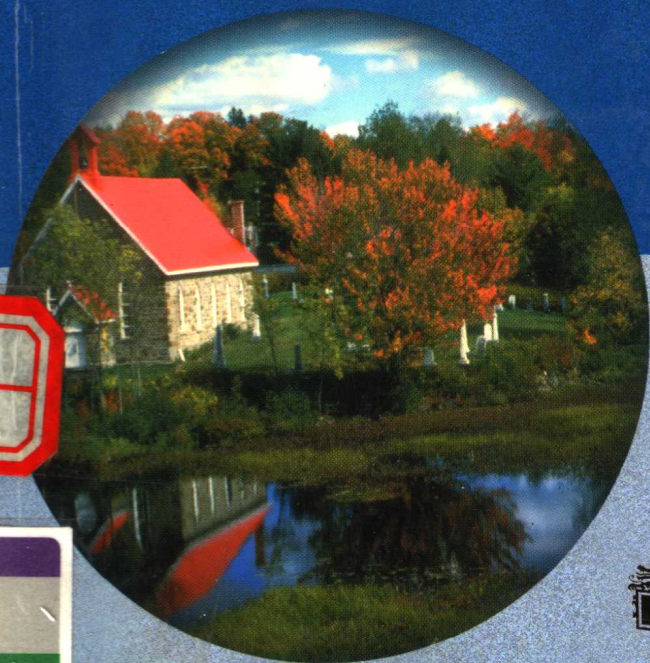


专升本

教育部师范教育司组织编写
中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

环境化学

陶秀成 主编



高等教育出版社

教育部师范教育司组织编写
中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

环 境 化 学

陶秀成 主编
王麟生 姚磊明 陶秀成 等合编

高等教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境化学/陶秀成主编. —北京:高等教育出版社,
2002.6

师范化学专科

ISBN 7-04-010615-9

I. 环… II. 陶… III. 环境化学—师范大学—教材 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026401 号

环境化学

陶秀成 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京宝旺印务有限公司

开 本	850 × 1168 1/32	版 次	2002 年 8 月第 1 版
印 张	12.375	印 次	2002 年 8 月第 1 次印刷
字 数	300 000	定 价	17.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是教育部师范教育司组织编写的中学教师进修高等师范本科(专科起点)化学专业的必修课教材。全书共分六章:绪论,大气环境化学,水环境化学,土壤环境化学,生物环境化学,环境分析与监测简介。

本书首先从环境的概念和分类开始,依次引出环境问题、环境化学等词语,并对每个词语的概念、内容、分类、特点、发展历史等方面逐渐展开。然后对组成环境的四大圈——大气圈、水圈、土壤圈和生物圈的环境化学分别进行介绍。最后,对环境分析与监测作了简介。

本书以介绍环境化学的基本概念、基本原理和基本内容为主,适当介绍了相关学科如环境科学、生态学、环境评价等的知识,并注意结合我国的实际情况和环境化学领域的最新研究成果和进展。每章后面均编有一定量的练习题和思考题,供教学时参考。

本书可作为化学专业(专科起点)进修本科的教材,也可供有关专业参考。

前 言

保护我们的生存环境已受到越来越多的国家和人民的关注。一个国家、一个民族的环境意识的高低是衡量社会进步和文明程度的一个重要标志。环境保护是我国的基本国策之一。而环境保护,应以教育为本。加强环境教育是提高人们环境意识,实现环境保护、社会和经济持续发展的基础工程。

环境化学是 20 世纪 70 年代初期开始兴起的一门新学科。它既是环境科学的核心组成部分,又是化学科学的一个新的重要分支。经过近 30 年的发展,环境化学体系初成,已成为一门内容丰富、地位和作用越来越显得重要的新兴学科。由于大多数的环境问题都与化学物质有关,所以环境化学在掌握污染来源、消除和控制污染、为确定环境保护决策提供科学依据等方面都起着重要作用。1995 年度的诺贝尔化学奖授予了三位环境化学家,就充分表明了人类社会对环境化学在解决环境问题中所发挥的重要作用的肯定,也标志了环境化学已进入一个新的发展阶段。当然,环境化学现在还正处于迅速发展之中,还有许多问题和内容有待进一步研究、解决和完善。

一方面,作为现代的化学专业人员,必须具备足够的环境化学知识,才能适应现代社会的需要。另一方面,作为现代高等师范的学员和中学的教员,为了适应中学教学的改革和发展,也必须具备足够的环境化学知识。所以,在学习了无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化工基础等化学专业课程的基础上,继而学习和掌握环境化学知识,从而进一步扩展知识面,提高专业水平,以期在将来的教学中能顺利地解决中学化学中的环境化学问题,并为在中学开展全面的环境教育打下一定的基础。

本教材着力拓宽和加强环境化学的基础内容。首先对环境、环境问题和环境化学的基本概念作了详细的阐述,接着对大气环境、水环境、土壤环境和生物环境四个圈层的环境化学(包括本底环境化学和污染环境化学)作了介绍和讨论,最后对环境分析与监测、环境质量评价作了简单介绍。

环境化学作为中学教师进修高等师范本科(专科起点)化学专业教学计划中仅有的一门环境类课程,其内容比环境类专业的环境化学要广泛,而深度则浅一些,所以,本教材既为学员学习环境化学准备和补充了一些必要的基础知识(主要是非化学知识),如环境问题、大气层结构、生物学和生态学等方面的基础知识和基本概念等;又为学员提供了一个环境化学的全貌,如不仅介绍环境在非污染状态下的环境化学,而且介绍环境在污染状态下的环境化学,还介绍环境污染的防治方法和控制措施;不仅介绍大气环境、水环境、土壤环境的环境化学,而且介绍生物环境的环境化学。因而使本教材在体系安排、内容选择等方面都具有自己的特色。

本课程教学课时分配建议如下:

章 次	课 时 分 配				
	脱 产	业 余	函 授		
			面 授	自 学	合 计
全课程	36	36	24	48	72
第一章	5	5	3	6	9
第二章	8	8	6	12	18
第三章	7	7	5	10	15
第四章	6	6	4	8	12
第五章	5	5	3	6	9
第六章	5	5	3	6	9

本书由王麟生编写第一章和第三章,陶秀成编写第二章,姚磊

明、侯汉娜合作编写第四章,官世国编写第五章,张振飞编写第六章。最后由主编陶秀成审校定稿。

本书在编写和出版过程中,始终得到高等教育出版社以及安徽师范大学、华东师范大学和湖北教育学院领导的关心和支持,吉林大学的博士生导师董德明教授对初稿进行了认真的审阅,提出了宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢!此外,在本书的编写过程中,我们参阅了其它环境化学教材、专著、论文等有关文献,注意吸收他们的优点和最新成果,并在书中有诸多引用,在此也向有关文献的作者一并致谢。

由于编者学识和文字水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2001年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 环境	1
一、环境的概念	1
二、环境的分类	1
三、环境的自然圈层	4
第二节 环境问题	9
一、环境问题	9
二、环境问题的产生与发展	10
三、当前人类面临的主要环境问题	15
第三节 环境化学	18
一、环境化学的定义	18
二、环境化学的特点	20
三、环境化学的分类	21
四、环境化学的发展简史	25
五、环境化学进展和趋势	27
思考题和练习题	29
主要参考文献	29
第二章 大气环境化学	31
第一节 概述	31
一、大气的结构	32
二、大气的组成	35
三、大气的基本性质	37
第二节 大气中的主要化学反应	40
一、大气中的氮及其化合物	40
二、大气中的氧和臭氧	45
三、大气中的水和氢	51

四、大气中的含碳化合物	53
五、大气气溶胶	54
第三节 大气污染及其影响和危害	59
一、大气污染和大气污染物	59
二、大气污染的影响和危害	61
第四节 烟雾	68
一、光化学烟雾	68
二、还原性烟雾	75
三、伦敦烟雾和洛杉矶烟雾的比较	77
第五节 酸雨	78
一、酸雨的标准	79
二、酸雨的组成	81
三、酸雨的形成机理	84
四、影响酸雨形成的因素	88
五、酸雨的影响	89
六、酸雨的来源及其防治	91
第六节 温室效应	91
一、地球的热平衡	91
二、温室效应	93
三、温室气体与全球变暖的关系及其预测	94
四、温室效应的影响和危害	97
第七节 大气污染物对臭氧层的破坏	98
一、大气臭氧层遭到破坏	98
二、破坏臭氧层的物质及其破坏机理	99
三、臭氧损耗物质的来源	102
四、保护臭氧层的对策	104
第八节 控制和防治大气污染的方法	105
一、控制大气污染的途径	106
二、减少污染物的生成量	109
三、大气污染治理技术方法	111
思考题和练习题	114
主要参考文献	114

第三章 水环境化学	116
第一节 概述	116
一、地球上的水资源	116
二、水和水体	117
三、水的组成	118
第二节 天然水的性质	118
一、碳酸平衡	118
二、酸碱平衡	122
三、溶解沉淀平衡	126
四、配合解离平衡	132
五、氧化还原作用	137
第三节 水污染和水体污染物	144
一、水体污染	144
二、水体污染物	145
三、污染物在水环境中的运动	149
第四节 有机化合物污染	151
一、有机物污染程度的表示方法	151
二、有机物在水中的降解	154
第五节 水体中的重金属污染	161
一、重金属元素在环境中的存在和影响	161
二、重金属元素在水体中的迁移和转化	164
第六节 水体富营养化	169
一、富营养化的含义	169
二、富营养化的危害	171
三、富营养化的来源	172
四、富营养化的防治	174
第七节 水污染防治对策和控制技术	176
一、水污染的防治对策	176
二、水污染的控制技术	177
三、水污染处理基本工艺流程	181
思考题和练习题	183
主要参考文献	184

第四章 土壤环境化学	186
第一节 土壤及其组成	186
一、土壤	186
二、土壤的组成	187
第二节 土壤的性质	190
一、土壤的胶体性质	190
二、土壤的配合性质	192
三、土壤的酸碱性质	193
四、土壤的氧化还原性质	197
第三节 土壤的污染	198
一、土壤环境背景值	199
二、土壤环境容量	199
三、土壤污染和土壤污染源	201
四、土壤环境质量标准	203
第四节 土壤的化学农药污染及其防治	204
一、农药及其发展	204
二、农药的种类及其现状	205
三、农药在土壤中的迁移和转化	207
四、农药污染的危害及其防治	215
第五节 土壤的重金属污染及其防治	218
一、重金属在土壤中的迁移转化	219
二、土壤的重金属污染	224
三、土壤重金属污染的防治	230
第六节 其它物质对土壤的污染及其防治	232
一、化肥污染及其防治	232
二、氟污染及其防治	234
第七节 固体废物对环境的污染	236
一、固体废物及其分类	236
二、固体废物的危害	236
三、固体废物的处理方法	237
四、“白色污染”及其防治	237
思考题和练习题	241

主要参考文献	242
第五章 生物环境化学	243
第一节 概述	243
一、生物及其分类	243
二、生物的组成	245
三、生物圈	246
四、生态系统	247
五、生物污染	258
六、食品污染	259
第二节 污染物质在生物体内的迁移和转化	260
一、生物对重金属元素的吸收与累积	260
二、有机物的生物转化	262
三、氮和硫的生物转化	265
四、重金属元素的生物转化	270
五、影响生物转化速率的因素	275
第三节 污染物质的毒性	278
一、毒物	278
二、毒物的毒性	279
三、毒物的联合作用	280
四、毒作用的生物化学机制简介	282
思考题和练习题	286
主要参考文献	287
第六章 环境分析与监测简介	288
第一节 概述	288
一、环境分析与环境监测	288
二、环境监测的目的与分类	289
三、环境标准	290
四、环境监测的方法	291
第二节 水和废水监测	293
一、水样采集与保存	293
二、物理性质的测定	297
三、金属污染物的测定	300

四、非金属污染物的测定	302
五、有机物的测定	307
第三节 大气和废气监测	312
一、大气样品和废气样品的采集	312
二、标准气的配制	317
三、大气中污染物的测定	320
第四节 土壤污染物监测	324
一、土壤样品的采集和制备	325
二、土壤样品测定	327
第五节 环境分析与监测的数据处理及质量保证	328
一、环境分析与监测的数据处理	328
二、环境分析与监测的质量保证	328
三、实验室内质量控制	329
四、实验室间的质量控制	329
第六节 环境质量评价基础	330
一、环境质量与环境质量评价概念	330
二、环境质量评价的目的和意义	331
三、环境质量评价的类型	332
四、环境质量评价的发展	333
思考题和练习题	334
主要参考文献	336
附录	337
附录一 环境空气质量标准	337
附录二 《环境空气质量标准》(GB3095—1996)修改单	338
附录三 地表水环境质量标准	339
附录四 地下水质量标准	348
附录五 土壤环境质量标准	350
附录六 生活饮用水卫生标准	352
附录七 大气污染物综合排放标准	354
附录八 污水综合排放标准	370

第一章 绪 论

第一节 环 境

一、环境的概念

环境是指以人类为主体的外部世界,即人类赖以生存和发展的物质条件的整体。它也是人类开发利用的对象,凝聚着社会因素和自然因素。所以,我们的环境可分为社会环境和自然环境两大类。

社会环境是指人们生活的社会经济制度和上层建筑的环境条件,即构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学的观点和机构等。它是人类在物质资料生产过程中,共同进行生产而结合起来的总生产关系的总和。

自然环境是指环绕于我们周围的各种自然因素的总和,它包括大气、水、土壤、生物和各种矿物资源等。在环境科学中,以人或人类作为主体,其它的生命物体和非生命物质都被视为环境要素。目前环境科学所讨论的环境,主要指的是自然环境。我国的环境保护法规定:“本法所称环境是指:大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。

二、环境的分类

人类对自然环境的开发和利用,是随着人类社会的发展而发展的。因此,人类生存的自然环境,其深度和广度也随着与人类的

关系及人类对环境的改造而发展。

虽然,迄今为止,人类主要还是居住于地球表层,但人类的活动领域已远远超出地球表层。它不仅已深入到地壳的深处,而且也离开地球进入了星际空间。至于影响人类生产和生活的因素,更是远远超出了地球表层的范围。因此,人类的生存环境,可以根据其与人类生活的密切关系和人类对自然环境改造加工的程度,由近及远、由小到大地分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境,形成一个多级分类系统。

1. 聚落环境

聚落环境就是人类聚居场所的环境。聚落环境是指人类有目的、有计划地利用和改造自然环境而创造出来的生存环境。人类由筑巢而居、穴居野外、逐水草而居到定居生活,由散居到聚居,由村落到城市,反映着人类在生存斗争中保护自己、开发自然的历程。正是由于人类学会了修建房舍和其它防护设备,人类才把自己的活动领域从热带扩展到温带、寒带以及极地,创造出各种形式的聚落环境。聚落环境的发展,为人类提供了越来越方便、舒适、清静和安全的工作环境与生活环。但与此同时,也往往因为人口密集,人类活动频繁而造成局部环境污染。所以,对聚落环境的研究很早就引起了科学工作者的广泛注意和兴趣。近年来,由于环境问题的发,它更成为环境科学研究的重要课题。聚落环境根据其性质、功能和规模又可分为院落环境、村落环境和城市环境。

2. 地理环境

地理环境位于地球表层,处于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互交叉、相互渗透、相互转化的交错带上。它下起岩石圈的表层,上至大气圈下部的对流层顶,包括了全部地球生物活动的范围。这里是来自地球内部的内能和主要来自太阳辐射的外能的交锋地带,有常温、常压的物理条件,适当的化学条件和繁茂的生物条件,构成了人类活动的舞台和基地。

3. 地质环境

地理环境只是更大的地质环境和星际环境的一部分。所谓地质环境主要指的是地幔以上的地球圈层,和我们直接有关的是坚硬的地壳(即岩石圈)。地理环境是在地质环境的基础上,在星际环境的影响下发生和发展起来的。在地理环境、地质环境、以至星际环境之间,经常不断地进行着物质和能量的交换。岩石在太阳辐射的作用下,经过风化过程,使固化在地壳中的物质释放出来,参与到地理环境中去,经过复杂的转化过程,再参加到地质循环,以至星际物质大循环中去。

4. 星际环境

星际环境的重要性是不容忽视的。我们生存环境中的能量主要来自太阳辐射。我们所居住的地球大小适宜,轨道离心率不大,距太阳不远不近,正处于“可居住区”;地球的转动不快不慢,以致给地理环境提供能量的变化,既有规律,又不过度剧烈,为生物的繁荣昌盛创造了必要条件,成为迄今为止我们所知道的唯一有人类这样高等生物居住的星球。如何充分有效地利用这种优越条件,特别是如何充分有效地利用太阳辐射这个既丰富又清洁的能源,在环境保护中是十分重要的。

此外,从自然科学的属性上,还可将自然环境分为物理环境、化学环境和生物环境。物理环境是指气象、水文、地质、地貌等自然环境和人为的噪声、震动、放射、电磁辐射、地面下沉和热污染等物理条件或因素。化学环境是指天然的和人工的化学物质(元素及其化合物)的种类、组成、分布、浓度、数量、性质和作用等化学条件。生物环境是指动物、植物、微生物的种属、特点、群落结构和供应水平等生态条件。

从其成因来分,自然环境还可分为原生环境和次生环境。次生环境是指人类加工改造过的环境部分,如名胜古迹、风景游览区、温泉疗养区、生活居住区等。

从生态学角度自然环境还可划分为陆生环境、水生环境、草原环境、森林环境等。

按组成要素,自然环境可划分为水圈、大气圈、岩石圈和生物圈。

按其范围来分,自然环境也可分为全球环境与区域环境。全球环境是由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈四个圈层组成的。

三、环境的自然圈层

1. 岩石圈

地球大致可分成地壳、地幔和地核三个同心圈层。地壳是指从地表以下几千米至 30~40 km 的一层,称为岩石圈。它的厚度很不均匀,大陆所在地方,地壳比较厚,尤其是山脉下更厚,海洋所在地方,地壳比较薄,最薄的地壳不到 10 km。

表 1-1 地球的组成和质量

范围	组成	质量/ 10^{15} t	质量分数/%	厚度/km	体积/ 10^{22}cm^3
地球		5 976 000	100	6 371	108 300
地核	铁镍合金	1 876 000	31.5	3 471	17 500
地幔	硅质材料, 铁和锰的硅 化物	4 056 000	67.8	2 870	89 200
岩石圈	沉积岩、变 质岩等	43 000	0.7	30(平均)	1 500
水圈	海洋、河流、 湖泊、冰川、 地下水等	1 410	0.024	3.8(平均)	137
大气圈	氮、氧、二氧 化碳、水汽、 稀有气体	5	0.000 09		
生物圈	动植物、微 生物等	0.0016	0.000 000 03		

地球形成过程中,在炽热温度下,地球上的物质均呈液态,大部分未及氧化的单质铁(混有一些其它金属)由于密度大,逐渐沉入地球中心而形成铁核心,而呈液态的熔融盐原生岩(硅酸盐及铝硅酸盐,由 FeO 、 MnO 与 SiO_2 、 Al_2O_3 在原始地球高温下,熔融而生)飘浮在铁核心上面阻止了铁核心的进一步氧化,熔融盐逐渐冷